

Activité 1 : L'abondance des éléments chimiques dans l'Univers

1 L'abondance des éléments chimiques dans l'Univers

Il existe dans l'**Univers** près d'une centaine d'éléments chimiques différents. Que ce soit dans les étoiles, sur Terre ou dans les êtres vivants, les proportions de ces éléments sont très différentes.

→ Comment les éléments chimiques sont-ils répartis dans l'Univers ?

Ce que j'ai déjà vu

- La composition d'un noyau atomique
- Le symbole d'un noyau

Doc. 1 La formation des premiers noyaux légers

Quelques secondes après le Big Bang, les particules élémentaires ont formé les premiers noyaux d'atomes d'hydrogène H, d'hélium He et de lithium Li.

Ces noyaux ont ensuite fusionné pour former de nouvelles variétés isotopiques de l'hydrogène (le deutérium ${}^2\text{H}$ et le tritium ${}^3\text{H}$), l'hélium 3 et 4, le lithium 6 et 7, ainsi que le béryllium 7. Cette première étape est appelée *nucléosynthèse primordiale*.

Environ 300 secondes après le Big Bang, la température et la densité sont devenues trop faibles : la *nucléosynthèse primordiale* s'est interrompue.



► Débris d'étoile de la nébuleuse du Voile. On y trouve la présence d'oxygène et de soufre formés par nucléosynthèse dans ce qui fut une étoile il y a 8 000 ans.

Numérique

Visionnez une animation vidéo de la fusion au cœur des étoiles sur [LLS.fr/23ES1Fusion](https://lls.fr/23ES1Fusion).

Doc. 2 La formation des noyaux lourds

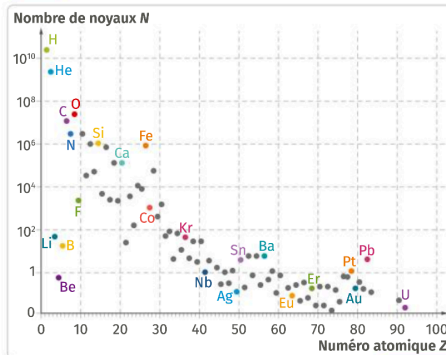
Après la nucléosynthèse primordiale, les noyaux légers se sont rassemblés et ont commencé à former des noyaux plus lourds au sein des étoiles : ce processus est appelé *nucléosynthèse stellaire*.

La fusion des noyaux d'atomes d'hydrogène a notamment permis la formation de noyaux d'hélium 4.

D'autres réactions se sont produites ensuite, et les noyaux atomiques plus lourds (jusqu'à $Z = 26$ avec le fer Fe) sont apparus au cœur des étoiles.

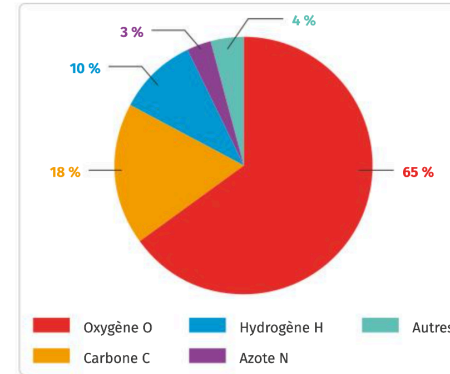
Au fur et à mesure des fusions, une étoile gagne en masse ce qui la conduit à s'effondrer sous l'effet de sa propre attraction gravitationnelle. Cet effondrement provoque l'expulsion des couches externes. De nouvelles fusions nucléaires ont alors lieu, ce qui permet la formation de noyaux plus lourds que le fer ($Z > 26$). Ce phénomène est appelé *nucléosynthèse explosive*.

Doc. 3 Les éléments chimiques dans l'Univers



► On connaît 118 éléments chimiques à ce jour mais leur **abondance relative** est très variable. Sur le graphique, N représente le nombre de noyaux de l'élément chimique dont le numéro atomique est Z , en les comparant à une population de référence de 10^6 noyaux de silicium Si.

Doc. 4 L'abondance massique des éléments chimiques dans le monde du vivant



Doc. 5 L'abondance massique des éléments chimiques dans la croûte terrestre

Élément	Pourcentage massique
Oxygène O ($Z = 8$)	46 %
Silicium Si ($Z = 14$)	28 %
Aluminium Al ($Z = 13$)	8 %
Fer Fe ($Z = 26$)	6 %
Calcium Ca ($Z = 20$)	4 %
Autres	8 %

Vocabulaire

Abondance massique : rapport entre la masse d'un ensemble de noyaux d'un même élément chimique et la masse totale.

Abondance relative : rapport entre le nombre de noyaux d'un élément chimique et le nombre de noyaux d'un élément chimique de référence.

Croûte terrestre : enveloppe solide et superficielle de la Terre, qui a une épaisseur de l'ordre de 10 km.

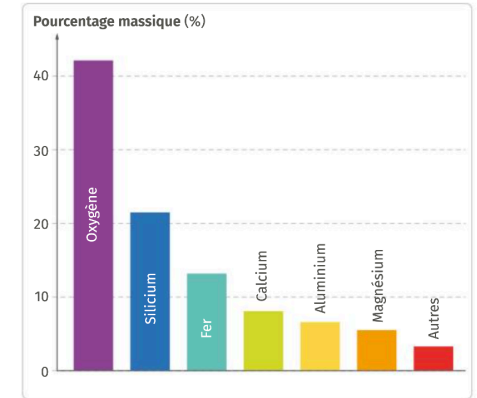
Photosphère : couche externe superficielle d'une étoile.

Univers : ensemble de toute la matière, de tout ce qui existe.

Questions ?

1. **Doc. 1 et 2** Décrivez les principales étapes de la formation des éléments chimiques dans l'Univers.
2. **Doc. 3** Identifiez les deux éléments chimiques les plus abondants dans l'Univers. Combien de fois sont-ils plus présents que le silicium Si d'après les abondances relatives fournies ?

Doc. 6 L'abondance massique des éléments chimiques sur le sol lunaire



Doc. 7 L'abondance massique des éléments chimiques dans la photosphère du Soleil

Élément	Pourcentage massique
Hydrogène H ($Z = 1$)	73,46 %
Hélium He ($Z = 2$)	24,85 %
Oxygène O ($Z = 8$)	0,77 %
Carbone C ($Z = 6$)	0,29 %
Fer Fe ($Z = 26$)	0,16 %
Néon Ne ($Z = 10$)	0,12 %
Autres	0,35 %

► Abondance massique des éléments chimiques présents dans la photosphère du Soleil.

Le Soleil est un astre dans lequel on trouve principalement de l'hydrogène H et de l'hélium He. Il contient aussi d'autres éléments chimiques, dont les proportions sont beaucoup plus faibles. En astrophysique, tous les éléments chimiques de numéro atomique Z supérieur à 2 sont considérés comme des « éléments lourds ».

3. **Doc. 5 et 6** réalisez des diagrammes circulaires de l'abondance massique des éléments dans la croûte terrestre et sur le sol lunaire.
4. **Synthèse** Réalisez un diagramme en bâtons empilés comparant l'abondance massique des éléments chimiques dans le monde du vivant, la croûte terrestre, le sol lunaire et la photosphère du Soleil.